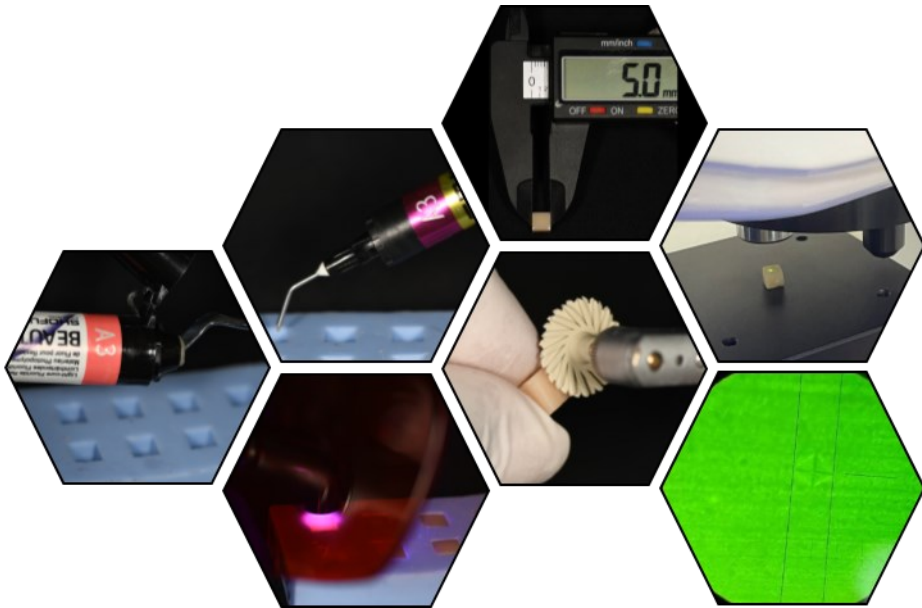


**KEKERASAN MIKRO RESIN KOMPOSIT DENGAN *FILLER S-PRG*  
PADA BERBAGAI WAKTU PENYINARAN**

***MICROHARDNESS OF COMPOSITE RESIN WITH S-PRG FILLER  
AT VARIOUS IRRADIATION TIMES***



**JADE MARUTI LOLONG  
J025211007**



**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS  
PROGRAM STUDI KONSERVASI GIGI  
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**



**KEKERASAN MIKRO RESIN KOMPOSIT DENGAN *FILLER S-PRG*  
PADA BERBAGAI WAKTU PENYINARAN**

**JADE MARUTI LOLONG  
J025211007**



**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS  
PROGRAM STUDI KONSERVASI GIGI  
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**



**KEKERASAN MIKRO RESIN KOMPOSIT DENGAN *FILLER S-PRG*  
PADA BERBAGAI WAKTU PENYINARAN**

Tesis

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar spesialis  
pada Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi  
disusun dan diajukan oleh

JADE MARUTI LOLONG  
J025211007

kepada

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS  
PROGRAM STUDI KONSERVASI GIGI  
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**



TESIS

KEKERASAN MIKRO RESIN KOMPOSIT DENGAN FILLER S-PRG  
PADA BERBAGAI WAKTU PENYINARAN

JADE MARUTI LOLONG

J025211007

telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Seminar Hasil PPDGS  
Konservasi Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin  
pada tanggal 3 Juni 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan  
pada

Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi  
Departemen Konservasi Gigi  
Fakultas Kedokteran Gigi  
Universitas Hasanuddin  
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing Utama,

Dr. Wahyuni Suci Dwiandhany, Sp.KG, Subsp.KR(K)  
P. 19860102 201404 2 001

Pembimbing  
tua Program Studi  
DGS Konservasi Gigi



Dr. Nurhayati Natsir, Ph.D, Sp.KG, Subsp.KR(K)  
P. 19640518 199103 2 001

Pembimbing Pendamping,

Dr.drq. Aries C. Trilaksana, Sp.KG, Subsp.KE(K)  
NIP. 19760327 200212 1 001

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi  
Universitas Hasanuddin,



drq. Ifan Sugianto, M. Med. Ed., Ph.D.  
NIP. 19810215 200801 1 009





## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "**Kekerasan Mikro Resin Komposit dengan Filler S-PRG pada Berbagai Waktu Penyinaran**" adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing (**drg. Wahyuni Suci Dwiandhany, Sp.KG, Subsp. KR(K)** sebagai Pembimbing Utama dan **Dr.drg. Aries C. Trilaksana, Sp.KG, Subsp. KE(K)** sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.



Jade Maruti Lolong  
J025211007



## UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala kasih dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul "**Kekerasan Mikro Resin Komposit dengan *Filler S-PRG* pada Berbagai Waktu Penyinaran**".

Penulisan tesis ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Spesialis Konservasi Gigi pada Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis (PPDGS) Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin Makassar. Penulis menyadari banyak hambatan dalam penyusunan tesis ini, namun berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga penulisan tesis ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. **drg. Irfan Sugianto, M.Med.Ed, Ph.D** sebagai Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin beserta seluruh pimpinan fakultas atas kesempatan yang diberikan untuk mengikuti Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi Universitas Hasanuddin Makassar.
2. **drg. Nurhayaty Natsir, Ph. D, Sp. KG, Subsp. KR (K)** sebagai Ketua Program Studi PPDGS Konservasi Gigi, telah meluangkan waktu untuk memberikan ilmu, bimbingan, dukungan serta arahan selama penulis menempuh pendidikan di PPDGS Konservasi Gigi.
3. **drg. Wahyuni Suci Dwiandhany, Sp. KG, Subsp. KR (K)** sebagai Pembimbing I sekaligus Ketua Departemen Konservasi yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga dalam memberikan arahan, masukan serta dukungan untuk menyelesaikan penelitian ini.
4. **Dr. drg. Aries Chandra Trilaksana, Sp. KG, Subsp. KE (K)** sebagai Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga dalam memberikan arahan, bimbingan, masukan serta dukungan untuk menyelesaikan penelitian ini.
5. **Dr. drg. Juni Jekti Nugroho, Sp. KG, Subsp. KE (K)** sebagai Penguji I dan Penasihat Akademik yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga dalam memberikan arahan, bimbingan, saran dan koreksi, serta dukungan untuk menyelesaikan penelitian ini.
6. **Dr. drg. Maria Tanumihardja, M.DSc** sebagai dosen dan Penguji II yang telah meluangkan waktunya memberikan ilmu, bimbingan, saran dan koreksi terhadap hasil penelitian ini.
7. **Prof. Dr. drg. Rasmidar Samad, M.S** sebagai dosen dan Penguji III yang telah meluangkan waktunya memberikan ilmu, bimbingan, saran dan koreksi terhadap hasil penelitian ini.
8. **drg. Christine Anastasia Rovani, Sp.KG, Subsp. KR (K), drg. Noor Hikmah, M.KG, Sp. KG, Subsp. KE (K), drg. Afniati Rachmuddin, Sp.KG, Dr. drg. Hafsa Katu, M. Kes, dan Prof. Dr. drg. Ardo Sabir, M.Kes** sebagai dosen



yang memberikan ilmu, bimbingan, dan masukan selama Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi.

9. Seluruh staf Laboratorium Konservasi Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin, yang telah membantu dalam proses pembuatan sampel penelitian.
10. Seluruh staf Laboratorium Konservasi Gigi Metalurgi Fisik Fakultas Teknik Mesin Universitas Hasanuddin, yang telah membantu dalam proses pengujian kekerasan mikro sampel penelitian.
11. Residen konservasi gigi angkatan 10 (2019), angkatan 11 (2020.1), angkatan 12 (2020.2), angkatan 14 (2021.2), angkatan 15 (2022.1), angkatan 16 (2022.2), angkatan 17 (2023.1), dan angkatan 18 (2023.2). Terima kasih untuk kebersamaan, kekompakan, dan kerja samanya.
12. Teman-teman residen Konservasi Gigi Angkatan 13 (2021.1) Dwi Puji Lestari, A. Ghina Zakiyah NZ, Rosida Indriyatmi, Theresia P.L. Hurint, Irfan Fauzy Yamin, dan Sulastri atas kekompakan, kebersamaan, suka dan duka, selalu membantu, mendukung dan memberi semangat serta motivasi selama menempuh pendidikan.
13. Ucapan terima kasih yang tak terhingga secara khusus kepada:
  - a. Ayah dan Ibu tercinta, **William Lolong** dan **Ir. Nily Pasuhuk, M.M** atas kasih sayang doa dan dukungan moril maupun materil selama penulis menjalani proses pendidikan.
  - b. Saudara terkasih **Evan Lolong, S.E, Vega I.W. Lolong, S.T** dan adik **Hannah Lolong** atas segala bentuk dukungan dan doa kepada penulis selama ini.

Akhir kata, terima kasih setulus-tulusnya penulis ucapkan kepada semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah berperan dalam penyusunan tesis ini dan semoga Tuhan Yang Maha Esa memberkati dan melimpahkan berkat serta tesis ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi ilmu pengetahuan khususnya di bidang kedokteran gigi.

Makassar, 5 Juli 2024

Jade Maruti Lolong



## ABSTRAK

Jade Maruti Lolong. **Kekerasan Mikro Resin Komposit dengan *Filler S-PRG* pada Berbagai Waktu Penyinaran** (dibimbing oleh Wahyuni Suci Dwiandhany dan Aries Chandra Trilaksana).

**Latar Belakang.** Resin komposit dengan *filler surface pre-reacted glass-ionomer (S-PRG)* memiliki kelebihan mampu melepaskan ion dan meningkatkan sifat fisik dan mekanis bahan restorasi. Sifat mekanik salah satunya kekerasan mikro sangat dipengaruhi oleh waktu penyinaran yang berhubungan dengan ketahanan restorasi dan stabilitas warna. **Tujuan.** Menilai kekerasan mikro resin komposit dengan *filler S-PRG* pada berbagai waktu penyinaran. **Metode.** 60 blok resin komposit yang terdiri dari dua jenis resin komposit dengan *filler S-PRG packable* Beautifil II (BL) dan *flowable* Beautifil *Injectable* X (BI) dan tanpa *filler S-PRG packable* TMR-Z Fill 10 Universal (TZU) dan *flowable* TMR-Z Fill 10 *Flow* (TZF), dibagi menjadi 12 kelompok penelitian lalu dilakukan polimerisasi dengan penyinaran pada setiap sampel masing-masing 10 detik, 20 detik, dan 40 detik secara bertahap dan bergantian. Uji kekerasan mikro dilakukan dengan *Vickers Hardness Tester* (VHT) dan analisis data dilakukan dengan uji statistik ANOVA dan *Post-Hoc* LSD. **Hasil.** Hasil uji ANOVA menunjukkan terdapat perbedaan signifikan pada kekerasan mikro setiap waktu penyinaran seluruh kelompok penelitian. Hasil uji lanjut LSD menunjukkan peningkatan kekerasan mikro pada BL 10 detik terhadap 20 detik ( $p=0.009$ ) dan 40 detik ( $p=0.000$ ), BI 10 detik terhadap 20 detik ( $p=0.036$ ) dan 40 detik ( $p=0.000$ ), BI 20 detik terhadap 40 detik ( $p=0.030$ ), TZU 10 detik terhadap 40 detik ( $p=0.014$ ), dan TZF 10 detik terhadap 40 detik ( $p=0.005$ ). **Simpulan.** Penambahan waktu penyinaran meningkatkan kekerasan mikro resin komposit dengan *filler S-PRG*.

**Kata Kunci:** *filler S-PRG*; kekerasan mikro; waktu penyinaran





## ABSTRACT

Jade Maruti Lolong. **Microhardness of Composite Resin with S-PRG Filler at Various Irradiation Times** (supervised by Wahyuni Suci Dwiandhany and Aries Chandra Trilaksana).

**Background.** Composite resin with surface pre-reacted glass-ionomer (S-PRG) filler is capable of releasing ions and improving the physical and mechanical properties of restoration materials. Mechanical properties such as microhardness are strongly influenced by irradiation time which is related to restoration durability and color stability. **Objective.** To assess the microhardness of composite resin with S-PRG filler at various irradiation times. **Methods.** 60 composite resin blocks consisting of two types of composite resins with S-PRG packable Beautifil II (BL) and flowable Beautifil Injectable X (BI) fillers and without S-PRG packable TMR-Z Fill 10 Universal (TZU) and flowable TMR-Z Fill 10 Flow (TZF) fillers, were divided into 12 study groups and then polymerized by irradiation on each sample for 10s, 20s, and 40s incrementally and sequentially. Microhardness test was performed with Vickers Hardness Tester (VHT) and data analysis was performed with ANOVA and Post-Hoc LSD statistical tests. **Results.** The ANOVA test results showed that there were significant differences in microhardness at each irradiation time in all study groups. Post-Hoc LSD test results showed an increase in microhardness in the BL 10s to 20s ( $p=0.009$ ) and 40s ( $p=0.000$ ), BI 10s to 20s ( $p=0.036$ ) and 40s ( $p=0.000$ ), BI 20s to 40s ( $p=0.030$ ), TZU 10s to 40s ( $p=0.014$ ), and TZF 10s to 40s ( $p=0.005$ ). **Conclusion.** Additional irradiation time increases the microhardness of composite resins with S-PRG filler.

**Keywords:** S-PRG filler; microhardness; irradiation time



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN PENGAJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	vii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ix
ABSTRAK.....	xiii
<i>ABSTRACT</i> .....	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
DAFTAR SINGKATAN.....	xxi
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat .....	2
1.4 Hipotesis Penelitian .....	3
BAB II. METODE PENELITIAN .....	4
2.1 Tempat dan Waktu .....	4
2.2 Bahan dan Alat .....	4
2.3 Metode Penelitian .....	9
2.4 Pelaksanaan Penelitian .....	10
2.5 Parameter Pengamatan .....	11
BAB III. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	12
3.1 Hasil .....	12
3.2 Pembahasan .....	15
BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN .....	18
4.1 Kesimpulan .....	18
4.2 Saran .....	18
DAFTAR PUSTAKA .....	19
LAMPIRAN.....	23

**DAFTAR TABEL**

<b>Nomor urut</b>		<b>Halaman</b>
Tabel 2.1	Bahan yang digunakan dalam penelitian.....	5
Tabel 3.1	Kekerasan mikro resin komposit dengan dan tanpa <i>filler</i> S-PRG...	13
Tabel 3.2	Perbandingan kekerasan mikro pada resin komposit dengan <i>filler</i> S-PRG berdasarkan kelompok perlakuan.....	14
Tabel 3.3	Nilai kekerasan mikro berdasarkan kelompok resin komposit dengan <i>filler</i> S-PRG dan kelompok resin komposit tanpa <i>filler</i> S-PRG.....	15

**DAFTAR GAMBAR**

<b>Nomor urut</b>		<b>Halaman</b>
Gambar 2.1	Skema penelitian.....	11
Gambar 3.1	Nilai rerata kekerasan mikro resin komposit dengan <i>filler</i> S-PRG atau tanpa <i>filler</i> S-PRG pada setiap penambahan waktu penyinaran.....	13

**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>Nomor urut</b>	<b>Halaman</b>
1. Surat Izin Penelitian.....	23
2. Surat Rekomendasi Persetujuan Komite Etik Penelitian.....	24
3. Surat Keterangan Pengambilan Data.....	25
4. Hasil Penelitian.....	26
5. Dokumentasi Penelitian.....	27
6. Riwayat Hidup Penulis.....	29

## DAFTAR SINGKATAN

Lambang/singkatan	Arti dan penjelasan
S-PRG	<i>Surface pre-reacted glass-ionomer</i>
Sr <sup>2+</sup>	Strontium
BO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>	Borat
Na <sup>+</sup>	Natrium
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Silikat
Al <sup>3+</sup>	Aluminium
BL	Beautifil II
BI	Beautifil <i>Injectable X</i>
TZU	TMR-Z Fill 10 ( <i>Universal</i> )
TZF	TMR-Z Fill 10 ( <i>Flow</i> )
LCU	<i>Light cure unit</i>
VHT	<i>Vickers Hardness Tester</i>
SPSS	<i>Statistical Package for Social Sciences</i>
ANOVA	<i>Analysis of Variance</i>
LSD	<i>Least significant difference</i>
VHN	<i>Vickers Hardness Number</i>
HV	<i>Hardness Vickers</i>
SD	Standar deviasi





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Resin komposit menjadi bahan restorasi yang paling banyak digunakan karena karakteristik estetik, kapasitas fungsional, dan sifat mekaniknya yang sangat baik (Cho *et al.*, 2022). Resin komposit tersusun atas empat komponen utama yaitu matriks polimer organik, partikel *filler* anorganik, *coupling agent*, dan sistem inisiator-akselerator atau photoinisiator (Zhang *et al.*, 2023). Zhou *et al.* (2019) menyatakan banyak penelitian dilakukan yang berfokus pada pengembangan sistem *filler* seperti morfologi, rentang ukuran dan volume yang mengarah pada peningkatan sifat mekanis resin komposit. Resin komposit dikategorikan berdasarkan ukuran *filler*, yaitu makrofil, mikrofil, hibrid, mikrohibrid, nanofil dan nanohibrid (Wang *et al.*, 2021; Yang *et al.*, 2020). Teknologi nano telah diperkenalkan dalam pengembangan *filler* resin komposit (Da Costa *et al.*, 2007; Ferracane, 2011). Resin komposit dengan teknologi ini mempunyai kandungan *filler* yang lebih tinggi, karakteristik ukuran yang kecil dan luas permukaan lebih besar sehingga dapat mengurangi kontraksi polimerisasi, peningkatan karakteristik mekanis, mengurangi *shrinkage*, peningkatan kedalaman *curing* yang pada akhirnya mempunyai ketahanan lebih lama dalam rongga mulut (Azmy *et al.*, 2022; Alzraikat *et al.*, 2018; Leprince *et al.*, 2013).

Ketahanan resin komposit dalam rongga mulut, juga bergantung pada adesi bakteri pada permukaan restorasi (Bürgers *et al.*, 2009). Bakteri dan pembentukan biofilm, pada permukaan restorasi dan gigi dapat mengakibatkan terjadinya karies sekunder, kebocoran mikro, dan hilangnya adesi restorasi dengan gigi (Pandit *et al.*, 2011). Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa bahan bioaktif dikembangkan untuk meningkatkan ketahanan restorasi secara *in vitro* sehingga mampu untuk menetralkan asam, mengurangi akumulasi plak dan pembentukan *biofilm* bakteri (De Caluwe, *et al.*, 2017; Miki *et al.*, 2016; Kitagawa *et al.*, 2018). Resin komposit nanohibrid dengan *filler* bioaktif *surface pre-reacted glass-ionomer* (S-PRG) telah dikembangkan dan tersedia secara komersial dengan kelebihan mampu melepaskan ion dan meningkatkan sifat fisik dan mekanis bahan restorasi (Fujimoto *et al.*, 2010; Miki *et al.*, 2016).

Proses manufaktur S-PRG didasarkan pada teknologi penggilingan dan *heat-treated* kaca fluoroaluminosilikat kemudian diolah dengan asam poliakrilat untuk membentuk fase ionomer kaca stabil pada permukaan kaca (Kaga *et al.*, 2020). Fase *pre-reacted glass-ionomer* memungkinkan *filler* S-PRG melepaskan ion fluorida ( $F^-$ ). Selain itu, karena kaca fluoro-boro-aluminosilikat yang dibuat secara khusus digunakan sebagai bahan inti, *filler* S-PRG melepaskan lima ion lainnya: strontium ( $Sr^{2+}$ ), borat ( $BO_3^{3-}$ ), natrium ( $Na^+$ ), silikat ( $SiO_3^{2-}$ ), dan ion aluminium ( $Al^{3+}$ ). Konsentrasi enam ion yang dilepaskan ke dalam air dari bahan *filler* S-PRG, khususnya  $BO_3^3$ ,  $Sr^{2+}$ , dan  $F^-$  relatif tinggi (Ito *et al.*, 2011), jauh lebih besar

dibandingkan dengan konsentrasi yang dihasilkan dari bahan *filler glass ionomer cement* konvensional yang tidak bereaksi (Hiraishi *et al.*, 2021).

Penelitian *in vitro* menunjukkan bahan kedokteran gigi yang mengandung S-PRG menunjukkan pelepasan ion dalam jangka waktu yang panjang setidaknya 90 hari (Han *et al.*, 2011). Penelitian Ogawa *et al.* (2019) mengemukakan dengan adanya fase ionomer kaca yang terbentuk mengandung *filler* S-PRG tidak hanya memiliki sifat yang lebih baik dari semen ionomer kaca, namun juga memiliki kekuatan yang sebanding dengan resin komposit. Untuk mendapatkan sifat fisik dan performa klinis yang optimal dari resin komposit, diperlukan energi penyinaran yang cukup agar monomer dapat dikonversi menjadi polimer selama reaksi polimerisasi (Knezevic *et al.*, 2001; Yoon *et al.*, 2002).

Polimerisasi yang tidak adekuat dapat mempengaruhi stabilitas kimia dan menyebabkan pelepasan produk sampingan yang dapat memicu reaksi pada pulpa, dan secara mekanis menurunkan kekerasan mikro yang akan mengurangi resitensi terhadap keausan serta stabilitas warna (Hasanain *et al.*, 2022). Penelitian sebelumnya melaporkan terdapat perbedaan peningkatan kekerasan mikro yang signifikan pada waktu penyinaran 40 detik dibandingkan dengan waktu penyinaran 20 detik (Ceballos *et al.*, 2009). Penambahan 10-20 detik dari waktu penyinaran yang disarankan instruksi pabrik juga meningkatkan kekerasan mikro (Bhatt *et al.*, 2015). Sebaliknya, penelitian melaporkan jika waktu penyinaran 40 detik dikurangi menjadi 20 detik maka molekul yang tidak terikat akan memberikan perbedaan pada residual monomer seperti terjadinya biodegradasi restorasi pada rongga mulut sehingga karakteristik bahan menjadi tidak optimal (Azam *et al.*, 2015; Antoniac *et al.*, 2016). Disamping itu, biodegradasi permukaan restorasi dan gigi secara bertahap akibat aktivitas biologis lingkungan rongga mulut yang mengakibatkan terbentuknya celah, karies sekunder, dan berkurangnya ikatan resin-dentin (Askar *et al.*, 2020). Maximov *et al.* menemukan bahwa waktu penyinaran mempunyai efek signifikan pada kedalaman *curing* pada resin komposit serta menghasilkan nilai kekerasan mikro yang lebih tinggi (Maximov *et al.*, 2022).

Sejauh ini, penelitian mengenai sifat mekanik resin komposit dengan *filler* S-PRG dalam kaitannya dengan waktu penyinaran masih terbatas, sehingga peneliti tertarik untuk menilai kekerasan mikro resin komposit dengan *filler* S-PRG pada berbagai waktu penyinaran.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Bagaimana kekerasan mikro resin komposit dengan *filler* S-PRG pada berbagai waktu penyinaran?

## **1.3. Tujuan dan Manfaat**

### **1.4.1. Tujuan**

Mengetahui kekerasan mikro resin komposit dengan *filler* S-PRG pada berbagai waktu penyinaran.

#### **1.4.2. Manfaat**

Dapat memberikan informasi mengenai bagaimana kekerasan mikro resin komposit dengan *filler* S-PRG pada berbagai waktu penyinaran.

#### **1.4. Hipotesis Penelitian**

Waktu penyinaran yang ditambahkan meningkatkan kekerasan mikro resin komposit dengan *filler* S-PRG.



## **BAB II**

### **METODE PENELITIAN**

#### **2.1 Tempat dan Waktu**

##### **2.1.1 Tempat Penelitian**

Pembuatan sampel resin komposit dilakukan di Laboratorium Konservasi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin dan pengukuran kekerasan mikro dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Hasanuddin

##### **2.1.2 Waktu Penelitian**


Penelitian dilakukan pada bulan Januari – April 2024.

#### **2.2 Bahan dan Alat**

##### **2.2.1 Bahan**



1. Resin komposit *packable* Beautifil II, Shofu Inc., Japan *shade* A3.
2. Resin komposit *flowable* Beautifil *Injectable* X, Shofu Inc., Japan *shade* A3.
3. Resin komposit *packable* TMR-Z *Fill 10 (Universal)*, Yamakin Co., LTD., Jepang *shade* A3.
4. Resin komposit *flowable* TMR-Z *Fill 10 (Flow)*, Yamakin Co., LTD., Jepang *shade* A3.

Tabel 2.1 Bahan yang digunakan dalam penelitian.

No.	Nama Bahan	Pabrik	Nomor Batch	Komposisi	Filler (vol%-wt%) Ukuran	Instruksi Pabrik
1.	Beautiful II (BL) 	Shofu Inc. (Jepang)	71428	Bis-GMA, TEGDMA, filler S-PRG dari bahan dasar <i>fluoroboroalu minosilicate glass</i> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Camphorquinone, pigmen. Nanohybrid	83.3 wt% 68.6 vol% 0.01–4.0 μm; 0.8 μm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bersihkan permukaan gigi secara menyeluruh untuk menghilangkan plak.</li> <li>- Pilih warna yang sesuai dengan menggunakan <i>shade guide</i> saat gigi masih lembab.</li> <li>- Preparasi kavitas.</li> <li>- Isolasi dengan <i>rubber dam</i>.</li> <li>- Jika pulpa terbuka atau kavitas dekat dengan pulpa, tutup pulpa dengan Ca(OH)<sub>2</sub>, dll. Jangan gunakan bahan yang mengandung eugenol karena dapat menghambat polimerisasi atau adhesi bahan.</li> <li>- Aplikasikan bahan adesif sesuai instruksi pabrik.</li> <li>- Aplikasikan Beautiful II pada kavitas dan bentuk sesuai anatomi gigi. Tutup rapat setelah digunakan.</li> <li>- <i>Light-curing</i>. Jika kavitas dalam, lakukan teknik inkremental secara bertahap dan <i>light-curing</i> tidak melebihi 2 mm. Jika permukaan kavitas besar, lakukan <i>light-cure</i> dalam beberapa bagian. Unit <i>light-cure</i> Halogen: 20 detik, panjang gelombang 400-500 nm, intensitas cahaya ≥ 500 mW/cm<sup>2</sup>; LED: 10 detik, panjang gelombang: 440-490 nm, intensitas cahaya ≥ 1000 mW/cm<sup>2</sup>.</li> </ul>

2.	Beautiful Injectable X (BI)	Shofu Inc. (Jepang)	72097	Bis-GMA, TEGDMA, Bis- MPEPP, <i>filler</i> S-PRG dari bahan dasar <i>fluoroboroalu- minosilicate glass</i> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , photoinisiator, pigmen. Nanohybrid	64 wt% 42 vol% 0.01–4.0 µm; 0.8 µm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Setelah proses <i>light-curing</i>, buat kontur gigi, kemudian lakukan <i>finishing</i> dan <i>polishing</i>.</li> <li>- Bersihkan permukaan gigi secara menyeluruh untuk menghilangkan plak.</li> <li>- Pilih warna yang sesuai dengan menggunakan <i>shade guide</i> saat gigi masih lembab.</li> <li>- Preparasi kavitas.</li> <li>- Isolasi dengan <i>rubber dam</i>.</li> <li>- Jika pulpa terbuka atau kavitas dekat dengan pulpa, tutup pulpa dengan Ca(OH)<sub>2</sub>, dll. Jangan gunakan bahan yang mengandung eugenol karena dapat menghambat polimerisasi atau adhesi bahan.</li> <li>- Aplikasikan bahan adesif sesuai instruksi pabrik.</li> <li>- Aplikasikan Beautiful Injectable X pada kavitas dan bentuk sesuai anatomi gigi. Tutup rapat setelah digunakan.</li> <li>- <i>Light-curing</i>. Jika kavitas dalam, lakukan teknik inkremental secara bertahap dan <i>light-curing</i> tidak melebihi 2 mm. Jika permukaan kavitas besar, lakukan <i>light-cure</i> dalam beberapa bagian. Unit <i>light-cure</i> Halogen: 20 detik, panjang gelombang 400-500 nm, intensitas cahaya ≥ 500 mW/cm<sup>2</sup>; LED: 10 detik, panjang gelombang: 440-490 nm, intensitas cahaya ≥ 1000 mW/cm<sup>2</sup>.</li> <li>- Setelah proses <i>light-curing</i>, buat kontur gigi, kemudian lakukan <i>finishing</i> dan <i>polishing</i>.</li> </ul>
----	-----------------------------------	---------------------------	-------	--	--	---



3.	TMR-Z Fill 10 (Universal) (TZU)	Yamakin Co., LTD. (Jepang)	230AA BZX00 066000	Methacrylate monomer, inorganic <i>fillers</i> (silica, alumina, and zirconia), pigments, dll.	55 vol% < 20 $\mu\text{m}$ 0.5-50 $\mu\text{m}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bersihkan permukaan gigi.</li> <li>- Pilih warna dengan shade guide.</li> <li>- Preparasi kavitas. Hilangkan karies dan bentuk kavitas sesuai prinsip preparasi. Isolasi untuk mencegah kontaminasi saliva.</li> <li>- Aplikasi bonding sesuai dengan instruksi pabrik.</li> <li>- Penambalan dan <i>curing</i>. Untuk unit <i>light-cure</i>. Halogen: 20 detik, panjang gelombang 400-515 nm, intensitas cahaya 400 mW/cm<sup>2</sup>; LED: 10 detik, panjang gelombang: 450-480 nm, intensitas cahaya <math>\geq 1000</math> mW/cm<sup>2</sup>. Ketebalan 1.5 mm setiap <i>curing</i>.</li> <li>- Koreksi dan polishing hasil restorasi dengan <i>silicone point</i>, dll.</li> </ul>	
	4.	TMR-Z Fill 10 (Flow) (TZF)	Yamakin Co., LTD. (Jepang)	230AA BZX00 066000	Methacrylate monomer, inorganic <i>fillers</i> (silica, alumina, and zirconia), pigments, dll.	42 vol% < 20 $\mu\text{m}$ 0.5-50 $\mu\text{m}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bersihkan permukaan gigi.</li> <li>- Pilih warna dengan shade guide.</li> <li>- Preparasi kavitas. Hilangkan karies dan bentuk kavitas sesuai prinsip preparasi. Isolasi untuk mencegah kontaminasi saliva.</li> <li>- Aplikasi bonding sesuai dengan instruksi pabrik.</li> <li>- Penambalan dan <i>curing</i>. Untuk unit <i>light-cure</i>. Halogen: 20 detik, panjang gelombang 400-515 nm, intensitas cahaya 400 mW/cm<sup>2</sup>; LED: 10 detik, panjang gelombang: 450-480 nm, intensitas cahaya <math>\geq 1000</math> mW/cm<sup>2</sup>. Ketebalan 1.5 mm setiap <i>curing</i>.</li> <li>- Koreksi dan polishing hasil restorasi dengan <i>silicone point</i>, dll.</li> </ul>
							



### 2.2.2 Alat

1. Cetakan kubus silikon 5x5x5
2. *Plastic filling instrument* (Nexton Mfg., Pakistan)
3. *Digital caliper* (Adoric, USA)
4. *Light Meter Light Cure* (Woodpecker, Guilin, Cina)
5. *Light cure LED* (Noblesse-E; intensitas cahaya  $1000 \pm 200$  mW/cm<sup>2</sup>; panjang gelombang 430nm~490nm)
6. Kertas Amplas *grit* 5000 dan 7000.
7. EVE Diacomp Plus Twist (EVE Ernst Vetter GmbH, Jerman)
8. Aquabidest
9. *Ultrasonic cleaner* (Krisbow, Indonesia)
10. *Vickers Hardness Tester* (VHT) (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan)

## 2.3 Metode Penelitian

### 2.3.1 Sampel Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua jenis resin komposit packable dan flowable dengan pembagian sebagai berikut:

- BL = Beautifil II, Shofu Inc., Japan *shade* A3
- TZU = TMR-Z Fill 10 (Universal), Yamakin Co., LTD., Jepang *shade* A3
- BI = Beautifil Injectable X, Shofu Inc., Japan *shade* A3
- TZF = TMR-Z Fill 10 (Flow), Yamakin Co., LTD., Jepang *shade* A3 (TZF)

### 2.3.2 Perhitungan Besar Sampel

Besar sampel penelitian dihitung dengan menggunakan rumus Federer.

$$(t - 1) \times (n - 1) \geq 15$$

Keterangan:

$t$  = Jumlah kelompok perlakuan

$n$  = Jumlah sampel

Cara perhitungan besar sampel dengan 6 kelompok perlakuan:

$$\begin{aligned} t = 12 & \rightarrow (12 - 1) \times (n - 1) \geq 15 \\ & 11n - 11 \geq 15 \\ & 11n \geq 15 + 11 \\ & 11n \geq 26 \\ & n \geq 2 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan besar sampel untuk setiap kelompok penelitian  $n \geq 2$ , ditentukan jumlah sampel setiap kelompok perlakuan sebanyak 5 sampel, sehingga jumlah keseluruhan sampel adalah 60 sampel dengan 12 kelompok perlakuan. 12 kelompok sampel penelitian yaitu:

- Kelompok I** : Blok BL penyinaran 10 detik.
- Kelompok II** : Blok TZU penyinaran 10 detik.
- Kelompok III** : Blok BL penyinaran 20 detik.
- Kelompok IV** : Blok TZU penyinaran 20 detik.
- Kelompok V** : Blok BL penyinaran 40 detik.
- Kelompok VI** : Blok TZU penyinaran 40 detik.
- Kelompok VII** : Blok BI penyinaran 10 detik.
- Kelompok VIII** : Blok TZF penyinaran 10 detik.
- Kelompok IX** : Blok BI penyinaran 20 detik.
- Kelompok X** : Blok TZF penyinaran 20 detik.
- Kelompok XI** : Blok BI penyinaran 40 detik.
- Kelompok XII** : Blok TZF penyinaran 40 detik.

## 2.4 Pelaksanaan Penelitian

### 2.4.1 Persiapan Sampel

Sampel penelitian berupa blok resin komposit dibuat dengan mengaplikasikan resin komposit *packable* dan *flowable* menggunakan *plastic filling instrument* pada cetakan silikon kubus 5x5x5 mm yang berbeda dengan teknik inkremental ketebalan 2 mm pada blok BL dan BI, serta 1.5 mm pada blok TZU dan TZF. Lakukan kalibrasi LCU dengan light meter untuk memastikan *output* cahaya sebesar 1200 mW/cm<sup>2</sup>. Tip LCU diletakkan sedekat mungkin dengan permukaan blok resin komposit lalu dilakukan penyinaran 10 detik, 20 detik, 40 detik secara bertahap dan bergantian.

Sampel kemudian dihaluskan dengan menggunakan kertas amplas dengan *grit* 5.000 dan 7000 secara bertahap, lalu dilanjutkan dengan polishing menggunakan EVE Diacomp Plus Twist 2 tahap, *medium pre-polisher (pink)* dan *fine high-shine polisher (grey)*. Ukuran sampel dipastikan mempunyai ukuran 5x5x5 mm dengan *digital caliper*. Sampel dibersihkan dengan cara direndam dalam *ultrasonic cleaner* dan larutan aquabidest untuk memastikan tidak ada sisa serbuk *polishing* pada blok resin komposit.

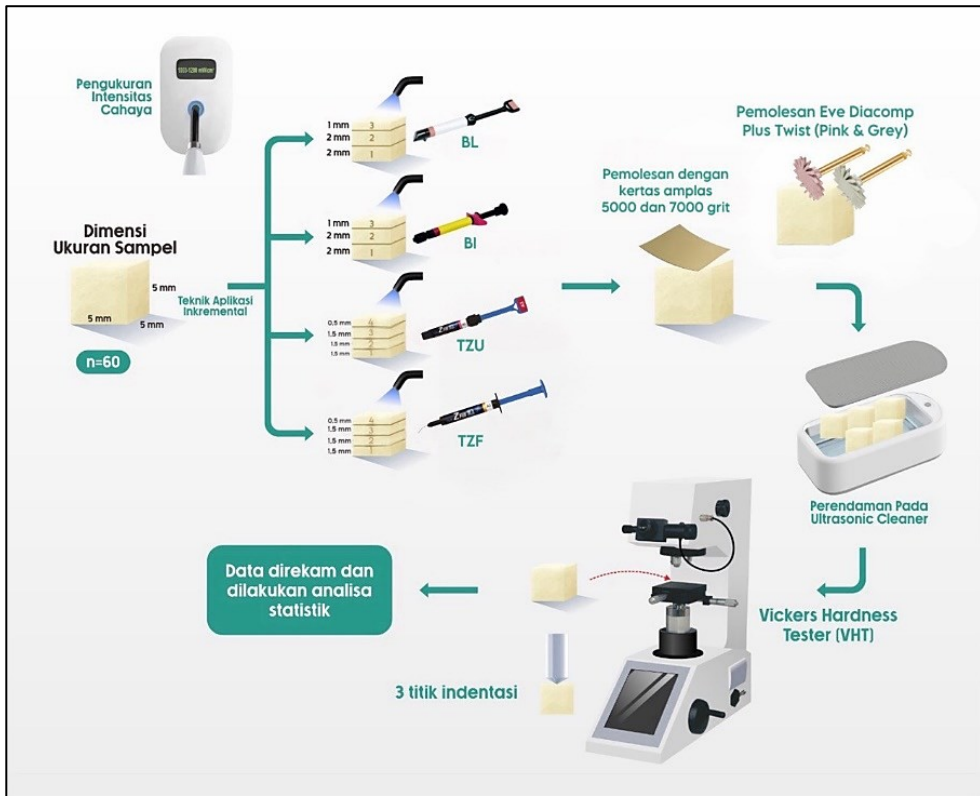
### 2.4.2 Prosedur Uji Kekerasan Mikro

Kekerasan mikro dilakukan dengan menggunakan *Vickers Hardness Tester* (VHT) pada 3 titik indentasi yaitu sisi kanan atas, kiri atas dan tengah sehingga berbentuk segitiga dengan posisi pada tengah blok resin komposit. Beban yang digunakan sebesar 0,2 kgf dengan *dwel time* 10-15 detik.

Prosedur Kerja *Vickers Hardness Tester* (VHT):

1. Letakkan sampel pada meja pengujian dan atur ketinggian meja, sesuaikan dengan tingkat fokus antara mikroskop dan sampel yang dapat dilihat melalui *monitor display*.
2. Tekan tombol start sehingga indenter secara otomatis akan berpindah ke sampel.
3. Tentukan titik tengah pertemuan garis vertikal dan horizontal.

Prosedur pelaksanaan penelitian untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema penelitian.

### 2.4.3 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan jenis data primer yang diolah menggunakan SPSS 26 untuk Windows 11 dan dianalisis menggunakan Uji *One-way* ANOVA dan LSD. Hasil analisis uji data ditampilkan dalam bentuk tabel dan diagram.

## 2.5 Parameter Pengamatan

Nilai *Vickers Hardness Number* (VHN) ditentukan dari nilai rata-rata 3 titik indentasi pada setiap sampel secara bergantian setelah di light cure selama 10 detik, 20 detik, dan 40 detik.